Lane Medical Library

(Aus dem Physiologischen Laboratorium der Universitäts-Ohren- und Nasenklinik in der Kgl. Charité zu Berlin.)

Über das Durchdringen von Schall durch Verschlüsse des Gehörganges

mit besonderer Berücksichtigung der gangbaren Antiphone.

ANATOMISCHES INSTITUT

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Medizinischen Doktorwürde

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

von

Kurt Spangenberg

approb. Arzt aus Rodenberg (Prov. Hessen-Nassau).

Tag der Promotion: 15. Juli 1913.

ALLZEIT VORAN

S. K.

BERLIN 1913.

VERLAG VON S. KARGER.

KARLSTRASSE 15.

Gedruckt mit Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Berlin.

Referent: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. *Passow*.

Sonderabdruck aus Passow-Schaefer, Beiträge zur Anatomie, Physiologie, Pathologie und Therapie des Ohres, der Nase und des Halses. Bd. VI.

Meinen Eltern

in Dankbarkeit gewidmet.

Eine der ersten Untersuchungen, die der Ohrenarzt mit dem Patienten vornimmt, der ihn eines Ohrleidens wegen aufsucht, ist die Hörprüfung. Diese wird im allgemeinen derartig vorgenommen, daß der Patient das Ohr, das zuerst geprüft werden soll, dem Untersucher zuwendet, während er zugleich das abgewendete Ohr fest verschließen muß, um es vom Hören möglichst auszuschalten. Dieser Verschluß wird nun meist dadurch bewirkt, daß der zu Untersuchende einen Finger — der vielleicht noch angefeuchtet wird — in das betreffende Ohr steckt. Es leuchtet ein, daß es von wesentlicher Bedeutung, ja direkt für den Wert der ganzen Hörprüfung ausschlaggebend ist, daß tatsächlich das Ohr, das augenblicklich nicht geprüft werden soll, auch wirklich nichts hört. Denn wenn etwa jemand auf dem rechten Ohr sein Gehör völlig verloren hat und nun daraufhin untersucht wird, so kann dadurch, daß vielleicht durch das gesunde linke Ohr trotz Verschlusses noch etwas vernommen wird, offenbar leicht der Anschein erweckt werden, als wäre wirkliche Taubheit rechts gar nicht vorhanden.

So habe ich es mir denn zur Aufgabe gemacht, einmal eine Reihe verschiedener Verschlüsse durchzuprüfen, um festzustellen, welcher davon der Anforderung möglichster Undurchgängigkeit am meisten genügt und somit für ohrenärztliche Zwecke am geeignetsten ist. Abgesehen von dem bereits erwähnten Verschlusse des Ohres durch Einführen des Fingers, den ich weiterhin einfach als Fingerverschluß bezeichnen will, können wir unser Ohr auch

dadurch verschließen, daß wir den Tragus fest an den Gehörgang andrücken, ein Verschluß, der im Folgenden mit Tragusverschluß benannt sein möge.

Außer den eben genannten Verschlüssen aber, die eigentlich nur dann zur Anwendung kommen, wenn es gilt, für Augenblicke oder wenigstens nur für kürzere Zeit unser Ohr zu verschließen, stehen uns auch solche zur Verfügung, die wir stundenlang anwenden können. Und zwar handelt es sich hier um die weiter unten genauer zu besprechenden sogenannten Antiphone[1]). Diese sind für nervöse, besonders geistig angestrengt arbeitende Menschen von Bedeutung, die sich gegen Geräusche ihrer Umgebung möglichst abschließen wollen. Mehrere dieser Antiphone nun sind auch in die Untersuchungen hineingezogen worden, und zwar solche:

1. aus Hartgummi mit verstellbarem Neusilberstiel.
2. aus Paraffin,
3. aus Weichgummi.

Bei diesen Antiphonen habe ich dann zugleich auch Beobachtungen darüber zu machen gesucht, ob sie nicht während ihres Tragens zu unangenehmen Empfindungen im Ohr Veranlässung geben und, wenn das der Fall ist, welche Antiphone die geringsten, welche die größten Störungen hervorrufen.

Weiterhin habe ich das Ohr dadurch verschlossen, daß ich es mit feuchter Gaze austamponierte.

Die Untersuchung selbst wurde in der Weise vorgenommen, daß die Versuchsperson (ich) beide Ohren in einer der eben erwähnten Weisen verschloß und dann Stimmgabeln von C (64) aufwärts bis 4800 dicht vor das eine Ohr gehalten wurden. In dem Moment, in dem die Stimmgabel angeschlagen wurde, wurde eine Stoppuhr in Gang gesetzt. Sobald der Ton für das verschlossene Ohr nicht mehr hörbar war, wurde die Zeit, die vom Anschlagen bis zu diesem Moment verstrichen war, abgelesen, der Verschluß entfernt und nun weiterhin die gesamte Zeit bis zum völligen Verklingen der Stimmgabel notiert. Zwischen den beiden so gewonnenen Zahlen wurde dann die Differenz festgestellt.

Einige Beispiele mögen das noch verdeutlichen. Wurde etwa der Verschluß dadurch bewirkt, daß beide Zeigefinger fest in die Gehörgänge eingedrückt wurden, so konnte die Gabel G mit ver-

[1]) Eine größere Kollektion solcher Antiphone wurde mir in liebenswürdiger Weise von der Firma H. Pfau, Berlin NW 6, Luisenstr. 48. zur Verfügung gestellt.

schlossenem Ohre 15 Sekunden und mit nachher geöffnetem Ohr 50 Sekunden gehört werden. Die Differenz zwischen beiden Zahlen beträgt also 35 Sekunden. Bei einem Verschluß durch ein Weichgummiantiphon ergab die gleiche Stimmgabel die Zahlen 38 und 50½ Sekunden, also eine Differenz von nur 12½ Sekunden. Diese Differenzbestimmungen ermöglichen nun eine Beurteilung der Wirksamkeit des Verschlusses auf Grund folgender Überlegung.

Je schalldichter ein Ohr verschlossen wird, um so schneller wird der Ton der Stimmgabel vor dem verschlossenen Ohr verschwinden, während dann nach Beseitigung des Verschlusses die Gabel noch lange gehört werden kann. Mit anderen Worten muß also die Differenzzahl um so größer werden, je wirksamer der Verschluß ist.

Durch diese Differenzbestimmungen wurde fernerhin eine Fehlerquelle ausgeschaltet, und zwar die des ungleichmäßigen Anschlagens der Stimmgabel. Es ist klar, daß eine kräftig angeschlagene Gabel durch einen Verschluß länger hindurch gehört wird, als wenn man sie schwächer anschlägt. Dafür tönt dann aber auch die stärker erregte Gabel vor dem nachher geöffneten Ohre ebenfalls entsprechend länger, wodurch der Unterschied in der Kraft des Anschlagens sich ausgleicht.

Beachtet werden muß aber, daß bei diesen Untersuchungen doch immer noch eine Anzahl von Fehlerquellen übrig bleibt, die insbesondere darin liegen, daß die Beobachtungen der Versuchsperson naturgemäß stets subjektiven Schwankungen unterworfen sind und wohl auch ein und derselbe Verschluß nicht immer absolut gleich schalldicht eingeführt wird. Insbesondere wird der Moment des Verklingens der Stimmgabel sehr leicht einmal etwas früher, einmal etwas später angegeben werden. Namentlich wird sich dies bei den tieferen Stimmgabeln geltend machen, die nur ganz allmählich abklingen und deren Wahrnehmungsschwelle bekanntlich eine gewisse zeitliche Breite hat. Die höheren Gabeln dagegen verklingen rasch, ihr Ton sinkt also auch schnell unter den Schwellenwert und sein Verschwinden für unser Ohr kann infolgedessen viel präziser angegeben werden.

Es war darum notwendig, stets mehrere Versuche mit derselben Gabel und demselben Verschlusse anzustellen, und zwar mindestens drei. Aus diesen wurde dann das Mittel gezogen und dieser Wert als maßgebend in der Tabelle am Schluß dieser Arbeit verzeichnet. Lagen die Werte der drei Versuche sehr weit ausein-

ander, so wurden weitere Versuche ausgeführt, eventuell an einem der nächsten Tage, wenn die Verschiedenheit der Werte möglicherweise auf Ermüdung der Versuchsperson nach längeren Versuchen zurückzuführen war.

Die zur Verwendung gelangenden Gabeln waren die Gabeln der *Edelmann*schen Tonreihe in der Reihenfolge:

$$C — E — G — c^0 — g^0 — c^1 — g^1 — c^2 — g^2,$$

ferner *Appunn*sche Gabeln, und zwar nach den Schwingungszahlen benannt die Gabeln

$$1000 — 2000 — 3200 — 4000 — 4800.$$

Diesen Versuchen schlossen sich zur Ergänzung der erreichten Resultate nun noch weitere an. So erprobte ich die Wirksamkeit der Verschlüsse gegenüber der Flüstersprache, ferner ihre Durchgängigkeit für die im Laboratorium vorhandenen Zinnpfeifen, sowie gegenüber Tönen des Monochords und der Galtonpfeife in der Gegend der oberen Hörgrenze.

Beginnen wir nun die genauere Erörterung mit den Versuchen über den Tragusverschluß, so ergab sich, daß die Gabel C auch bei stärkstem Anschlag mit der Faust nicht hindurchgehört wurde, während dagegen bei E wenige Sekunden lang ein unbestimmtes Zittern vernehmbar schien. Es sei überhaupt gleich hier bemerkt, daß bei diesen beiden Gabeln, die mit der Faust angeschlagen wurden, die Resultate für alle Verschlüsse nicht wesentlich verschieden waren. C wurde durch keinen Verschluß hindurch gehört und bei der Gabel E waren die Wahrnehmungen für das verschlossene Ohr so unsicher, daß bestimmte zeitliche Messungen nicht gemacht werden konnten, die stets erst von der Gabel G an aufwärts möglich waren. Wir können daher die Gabeln C und E bei der Mitteilung aller Versuche im Folgenden außer Acht lassen.

Für die Gabel G ergab sich nun, mit der Faust angeschlagen, beim Tragusverschluß für das verschlossene Ohr eine Hördauer von 15; 17; 16 Sekunden, für das offene Ohr eine solche von 51; 46; 46 Sekunden, die Differenz beträgt also 31½ Sekunden im Durchschnitt. Von c^0 aufwärts bis g^2 wurden bei diesen Versuchen mit Tragusverschluß die Gabeln nicht mit der Faust, sondern mit dem Klöppel angeschlagen.

Stellen wir nun alle Resultate von G aufwärts bis g^2 zusammen, so erhalten wir folgende Übersicht, indem wir immer zuerst die Hördauer für das verschlossene, dann für das offene Ohr angeben und zum Schluß die Differenzzahlen nennen:

G: verschlossen 15; 17; 16; offen 51; 46; 46.
Differenz 36; 29; 30; Differenzdurchschnitt 32.
c^0: verschlossen 16; 18; 17; offen 49; 47; 42.
Differenz 33; 29; 25; Differenzdurchschnitt 29.
g^0: verschlossen 48; 42; 45; offen 93; 94; 82.
Differenz 45; 52; 37; Differenzdurchschnitt 45.
c^1: verschlossen 34; 37; 38; offen 57; 62; 60.
Differenz 23; 25; 22; Differenzdurchschnitt 23.
g^1: verschlossen 39; 38; 44; offen 59; 58; 61.
Differenz 20; 20; 17; Differenzdurchschnitt 19.
c^2: verschlossen 27; 32; 32; offen 55; 58; 61.
Differenz 28; 26; 29; Differenzdurchschnitt 28.
g^2: verschlossen 20; 18; 22; offen 34; 32; 35.
Differenz 14; 14; 13; Differenzdurchschnitt 14.

Die nun folgenden *Appunn*schen Gabeln wurden möglichst kräftig mit dem Bogen gestrichen. Ich erhielt folgende Ergebnisse:

1000: verschlossen 34; 35; 37; offen 64; 71; 73.
Differenz 30; 36; 36; Differenzdurchschnitt 34.
2000: verschlossen 12; 11; 14; offen 30; 31; 35.
Differenz 18; 20; 21; Differenzdurchschnitt 20.
3200: verschlossen 11; 10; 12; offen 20; 19; 21.
Differenz 9; 9; 9; Differenzdurchschnitt 9.
4000: versch ossen 5; 5; 6; offen 11; 11; 10.
Differenz 6; 6; 4; Differenzdurchschnitt 5.
4800: verschlossen 4; 3,5; 4; offen 6; 5; 6.
Differenz 2; 1,5; 2; Di ferenzdurchschnitt 2.

Über 4800 ließen sich Differenzbestimmungen nicht mehr vornehmen, da ein Messen des Abstandes zwischen dem Verschwinden des Tones vor verschlossenem und vor offenem Ohr infolge des raschen Verklingens der Gabel nicht mehr möglich war.

Wurden nun statt des Andrückens des Tragus an den Gehörgang die Ohren fest durch den in den Gehörgang eingeführten Zeigefinger verschlossen, so resultierte bei übrigens gleicher Versuchsanordnung folgendes:

G: verschlossen 15; 15; 15; offen 45; 50; 52.
Differenz 30; 35; 37; Differenzdurchschnitt 34.
c^0: verschlossen 25; 26; 27; offen 53; 53; 52.
Differenz 28; 27; 25; Differenzdurchschnitt 27.
g^0: verschlossen 54; 53; 64; offen 90; 90; 95.
Differenz 36; 37; 31; Differenzdurchschnitt 35.

c^1: verschlossen 37; 36; 38; offen 52; 55; 55.
Differenz 15; 19; 17; Differenzdurchschnitt 17.
g^1: verschlossen 43; 44; 42; offen 67; 65; 61.
Differenz 24; 21; 19; Differenzdurchschnitt 21.
c^2: verschlossen 30; 31; 32; offen 45; 58; 56.
Differenz 15; 27; 24; Differenzdurchschnitt 22.
g^2: verschlossen 18; 18; 17; offen 28; 30; 28.
Differenz 10; 12; 11; Differenzdurchschnitt 11.
1000: verschlossen 31; 25; 30; offen 62; 74; 67.
Differenz 31; 49; 37; Differenzdurchschnitt 39.
2000: verschlossen 19; 15; 15; offen 32; 32; 29.
Differenz 13; 17; 14; Differenzdurchschnitt 15.
3200: verschlossen 11; 10; 11; offen 17; 17; 16.
Differenz 6; 7; 5; Differenzdurchschnitt 6.
4000: verschlossen 7; 6; 5; offen 11; 11; 10.
Differenz 4; 5; 5; Differenzdurchschnitt 5.
4800: verschlossen 3,5; 3,5; 3; offen 8; 6; 5,5.
Differenz 4,5; 2,5; 2,5; Differenzdurchschnitt 3.

Während wir nun hier keine sehr erheblichen Unterschiede gegenüber den vorher beim Tragusverschluß erreichten Werten sehen, wird dies bereits anders bei Versuchen mit Hartgummiantiphonen. Diese Antiphone bestehen aus kleinen etwa $^3/_4$ cm im Durchmesser messenden Kügelchen mit einem Gewicht von je 1,25 g. In diese Kugeln eingeschroben ist ein metallener Anker, um ein besseres Einführen und Herausnehmen des Antiphones aus dem Ohre zu ermöglichen. Dieser Anker wiegt für sich 2 g. Ehe ich auf die Resultate eingehe, will ich noch bemerken, daß diese Antiphone nach dem Herausnehmen aus dem Ohr, sobald sie etwas länger getragen sind, das Gefühl der Reizung zurücklassen. Es wäre nicht unmöglich, daß hierdurch das Gehör für die Schwellenbestimmung in ungünstiger Weise beeinflußt wird. Es könnten in dieser Hinsicht vielleicht noch Versuche über die Hördauer nach stundenlangem Tragen dieser Antiphone angestellt und die Resultate mit den hier erreichten Werten verglichen werden. Jedenfalls erschienen sowohl der Tragus- wie der Fingerverschluß in genannter Hinsicht schonender für das Ohr.

Die Ergebnisse für den Hartgummiverschluß waren nun folgende:

G: verschlossen 31; 31; 32; offen 52; 48; 50.
Differenz 21; 17; 18; Differenzdurchschnitt 19.

c^0:	verschlossen	32;	31;	31;	offen 53; 50; 49.
	Differenz	21;	19;	18;	Differenzdurchschnitt 19.
g^0:	verschlossen	68;	65;	65;	offen 98; 92; 101.
	Differenz	30;	27;	36;	Differenzdurchschnitt 31.
c^1:	verschlossen	31;	30;	26;	offen 53; 51; 45.
	Differenz	22;	21;	19;	Differenzdurchschnitt 21.
g^1:	verschlossen	44;	45;	45;	offen 63; 67; 67.
	Differenz	19;	22;	22;	Differenzdurchschnitt 21.
c^2:	verschlossen	34;	36;	35;	offen 50; 53; 54.
	Differenz	16;	17;	19;	Differenzdurchschnitt 17.
g^2:	verschlossen	19;	24;	21;	offen 29; 37; 36.
	Differenz	10;	13;	15;	Differenzdurchschnitt 13.
1000:	verschlossen	29;	37;	38;	offen 59; 68; 64.
	Differenz	30;	31;	26;	Differenzdurchschnitt 29.
2000:	verschlossen	15;	14;	14;	offen 31; 28; 31.
	Differenz	16;	14;	17;	Differenzdurchschnitt 16.
3200:	verschlossen	10;	10;	9;	offen 20; 18; 19.
	Differenz	10;	8;	10;	Differenzdurchschnitt 9.
4000:	verschlossen	6;	5;	6;	offen 11; 10; 12.
	Differenz	5;	5;	6;	Differenzdurchschnitt 5.
4800:	verschlossen	3;	3;	3;	offen 4; 5; 5,5.
	Differenz	1;	2;	2,5;	Differenzdurchschnitt 2.

Verglichen mit den beiden vorigen Verschlüssen sieht man hier fast ausnahmslos geringere Differenzzahlen; nur für c^1 und g^1 sowie g^2 erreichen sie teilweise dieselbe Höhe oder gehen sogar etwas über die entsprechenden Werte der früheren Verschlüsse hinaus. Doch wenn wir das im Beginn dieser Abhandlung Gesagte berücksichtigen, wonach gewisse Fehler sich nicht vermeiden lassen, so wird man diese kleineren Unterschiede weniger beachten und den Hauptwert auf die größeren Differenzen legen. Dann ergibt sich klar, daß der Hartgummiverschluß nicht so wirksam ist wie die beiden zuerst probierten. Daß bei den hohen Gabeln von 3200 aufwärts keine größeren Unterschiede mehr wahrgenommen werden, ist in dem schnellen Verklingen dieser Gabeln begründet.

Während nun bei sämtlichen bis jetzt geprüften Verschlüssen die Stimmgabeln immer in gleicher Weise erregt wurden, und zwar so, daß die Gabel G mit der Faust, die Gabeln c^0 bis g^2 mit dem Klöppel angeschlagen und endlich darüber hinaus die Gabeln 1000 bis 4800 mit dem Bogen gestrichen wurden, tritt für die folgenden Versuche insofern eine Änderung ein, als nunmehr für die Gabeln

g^0 bis g^2 der mir inzwischen zur Verfügung gestellte *Dölger*sche Stimmgabelerreger benutzt wurde. Hierbei sollten zugleich einige Feststellungen darüber gemacht werden, ob er anderen Anschlagsarten wesentlich überlegen wäre oder nicht.

Dieser Apparat besteht aus zwei parallel laufenden kräftigen Stahlschienen, die an ihrem oberen Ende rechtwickelig angefeilt und daselbst mit Elfenbein zur Abschwächung der bei der Erregung entstehenden Obertöne ausgekleidet sind. Mittelst einer Schraube können die beiden Stahlschienen in ihrer gegenseitigen Entfernung eingestellt werden, die dann an einem Maßstabe abgelesen wird. Indem durch diese Vorrichtung die Zinken einer Stimmgabel in meßbarem Abstand voneinander gespannt werden und nach dem Abziehen der Klemme mit einer bestimmten, auf $^1/_{10}$ mm ablesbaren Elongation zu schwingen beginnen (welcher Augenblick als Anfang der Zeitbestimmung für die Wahrnehmung des Tones dient), kann hiermit eine Messung und ein Vergleich der Hörfähigkeiten vorgenommen werden. Ich wandte diesen Stimmgabelerreger zuerst systematisch bei den Weichgummi-Antiphonen an, und zwar, wie erwähnt, für die Gabeln c^2 bis g^2.

Für die beiden tiefen Gabeln G und c^0 wurde dieser *Dölger*sche Stimmgabelerreger deswegen nicht benutzt, weil bei zu schwacher Erregung von ihnen durch einen Verschluß hindurch überhaupt nichts vernommen wird, ein zu starkes Anspannen mit dem genannten Apparat aber für die Gabeln nicht unbedenklich erschien.

Die hohen Gabeln endlich von 1000 aufwärts wurden aus dem Grunde weiter mit dem Bogen gestrichen, weil es bei ihrem schnellen Verklingen galt, sie in der denkbar schärfsten Weise zu erregen, was durch Bogenstrich am besten erreicht wurde.

Was nun die Leistungsfähigkeit des *Dölger*schen Apparates anlangt, so läßt sich nach meinen Versuchen sagen, daß er, richtig angewandt, gute Resultate gibt. Ehe wir nun aber die, die mit den Weichgummi-Antiphonen erreicht wurden, näher betrachten, will ich noch kurz einige Bemerkungen über die Antiphone selbst machen.

Die Weichgummi-Antiphone sind längliche Zapfen, die der Form des Gehörganges einigermaßen angepaßt sind und ein Gewicht von je $1\frac{1}{2}$ g haben. Sie sitzen vielleicht wegen ihrer etwas zu großen Elastizität nicht sehr fest, geben aber anderseits auch nicht so das Gefühl der Reizung, auch dann nicht, wenn sie länger getragen sind, wie die vorher genannten Hartgummi-Antiphone.

Wir erhielten bei ihnen folgende Ergebnisse:

G: verschlossen 34; 37; 42; offen 46; 52; 52.
Differenz 12; 15; 10; Differenzdurchschnitt 12.
c^0: verschlossen 32; 36; 27; offen 44; 49; 38.
Differenz 12; 13; 11; Differenzdurchschnitt 12.
g^0: verschlossen 81; 73; 68; offen 93; 86; 81.
Differenz 12; 13; 13; Differenzdurchschnitt 13.
c^1: verschlossen 38; 39; 36; offen 48; 50; 48.
Differenz 10; 11; 12; Differenzdurchschnitt 11.
g^1: verschlossen 44; 44; 47; offen 58; 57; 60.
Differenz 14; 13; 13; Differenzdurchschnitt 13.
c^2: verschlossen 39; 37; 38; offen 50; 50; 50.
Differenz 11; 13; 12; Differenzdurchschnitt 12.
g^2: verschlossen 27; 31; 30; offen 35; 40; 38.
Differenz 10; 9; 8; Differenzdurchschnitt 9.
1000: verschlossen 47; 52; 52; offen 70; 72; 71.
Differenz 23; 20; 19; Differenzdurchschnitt 21.
2000: verschlossen 28; 21; 22; offen 40; 37; 42.
Differenz 12; 16; 20; Differenzdurchschnitt 16.
3200: verschlossen 14; 16; 14; offen 21; 23; 21.
Differenz 7; 7; 7; Differenzdurchschnitt 7.
4000: verschlossen 7; 8; 8; offen 14; 14; 13.
Differenz 7; 6; 5; Differenzdurchschnitt 6.
4800: verschlossen 3; 2; 3; offen 5; 7; 6.
Differenz 2; 5; 3; Differenzdurchschnitt 3.

Verglichen mit den früheren Versuchen sehen wir hier im ganzen ein Abnehmen der Differenzzahlen bis hinauf zur Gabel 1000, was für eine geringere Wirksamkeit dieses Verschlusses gegenüber den vorher genannten spricht.

Hinsichtlich der Versuche mit den Gabeln von 2000 aufwärts bis 4800 gilt wieder das, was schon bei den Resultaten, die mit den Hartgummiverschlüssen erreicht wurden, gesagt worden ist. Die Gabeln verklingen zu schnell, als daß wesentliche Differenzen entstehen könnten.

Endlich wurde nun noch das Paraffin-Antiphon von Dr. med. *Sprenger*, das sogenannte Paraphon, einer Prüfung unterzogen. Dieses Paraphon ist — nach der mitgegebenen Beschreibung — eine weiche, unschädliche, im Gehörgang sitzende Ohreinlage mit kleinem Stiele, bestehend aus mit Paraffin getränkten Watteröllchen mit seidener Schutzhülle. Es wird mittelst einer besonderen

Pincette in den Gehörgang eingelegt resp. wieder entfernt. Das Gewicht eines Kügelchen beträgt etwa, je nach der Größe, 1 bis 1½ g.

Eingeführt wird das Paraphon nach der Gebrauchsanweisung in der Art, daß man es mit dem Daumen und Zeigefinger erfaßt und von außen in die Ohröffnung hineinlegt. Dort bleibt es fünf Minuten liegen und wird dann, wenn es warm geworden ist, langsam mit der Pincette in den Gehörgang hineingedrückt. Die richtige Lage soll dann daran erkannt werden, daß mit einem Schage die Geräusche der Umgebung aufhören.

Was nun den Sitz des Antiphones anlangt, so läßt sich nach meinem Dafürhalten sagen, daß es nach einigen geringeren unangenehmen Empfindungen unmittelbar nach der Einführung, wie etwas Sausen, an die man sich jedoch bald gewöhnt, gut liegt und kein Gefühl der Reizung mehr im Ohre wachruft. Der Verschluß ist um so wirksamer, je länger das Paraphon im Gebrauch ist, da es sich mit der Zeit der Ohrform genau anpaßt. Bemerkt sei für dieses Antiphon auch noch, daß seine Einführung mit der beigegebenen spitzen Pincette von ungeübter Hand nicht ganz ungefährlich erscheint. An Wirksamkeit bleibt es jedoch nach den Hörversuchen fast hinter allen Verschlüssen, die bereits probiert wurden, zurück und steht nur etwa auf gleicher Stufe mit dem Weichgummiverschluß, wenn es ihm nicht vielleicht etwas überlegen ist.

Jedenfalls reicht es nicht an das Hartgummi-Antiphon heran und ist dem Finger- und Tragusverschluß erheblich unterlegen.

Die genauen Resultate sind die folgenden:

G:	verschlossen	27;	32;	42;	offen 39; 42; 50.	
	Differenz	12;	10;	8;	Differenzdurchschnitt	10.
c^0:	verschlossen	39;	38;	34;	offen 48; 44; 42.	
	Differenz	9;	6;	8;	Differenzdurchschnitt	8.
g^0:	verschlossen	79;	84;	89;	offen 93; 102; 104.	
	Differenz	14;	18;	15;	Differenzdurchschnitt	16.
c^1:	verschlossen	37;	35;	38;	offen 49; 51; 52.	
	Differenz	12;	16;	14;	Differenzdurchschnitt	14.
g^1:	verschlossen	48;	46;	44;	offen 62; 61; 59.	
	Differenz	14;	15;	15;	Differenzdurchschnitt	15.
c^2:	verschlossen	35;	37;	37;	offen 48; 47; 47.	
	Differenz	13;	10;	10;	Differenzdurchschnitt	11.
g^2:	verschlossen	21;	21;	24;	offen 29; 30; 32.	
	Differenz	8;	9;	8;	Differenzdurchschnitt	8.

1000: verschlossen 41; 38; 47; offen 67; 70; 65.
Differenz 26; 32; 18; Differenzdurchschnitt 25.
2000: verschlossen 14; 18; 18; offen 38; 40; 36.
Differenz 24; 22; 18; Differenzdurchschnitt 21.
3200: verschlossen 12; 11; 11; offen 22; 21; 21.
Differenz 10; 10; 10; Differenzdurchschnitt 10.
4000: verschlossen 7; 7; 7; offen 12; 13; 13.
Differenz 5; 6; 6; Differenzdurchschnitt 6.
4800: verschlossen 2; 3; 3; offen 6; 6; 5.
Differenz 4; 3; 2; Differenzdurchschnitt 3.

Schließlich versuchte ich es noch, festzustellen, wieweit die Tamponade des ganzen Gehörganges mit feuchter Gaze sich zum Verschluß als geeignet erweist. Doch entsprachen die Ergebnisse nicht den Erwartungen, die ich an diesen Verschluß geknüpft hatte, wie aus dem folgenden ersichtlich ist:

G: verschlossen 44; 48; 47; offen 50; 49; 51.
Differenz 6; 1; 4; Differenzdurchschnitt 4.
c^0: verschlossen 44; 45; 45; offen 46; 51; 47.
Differenz 2; 6; 2; Differenzdurchschnitt 3.
g^0: verschlossen 85; 87; 91; offen 87; 97; 92.
Differenz 2; 10; 1; Differenzdurchschnitt 4.
c^1: verschlossen 41; 44; 42; offen 49; 54; 50.
Differenz 8; 10; 8; Differenzdurchschnitt 9.
g^1: verschlossen 46; 49; 49; offen 58; 64; 61.
Differenz 12; 15; 12; Differenzdurchschnitt 13.
c^2: verschlossen 38; 42; 44; offen 53; 50; 47.
Differenz 15; 8; 3; Differenzdurchschnitt 9.
g^2: verschlossen 26; 28; 29; offen 35; 29; 30.
Differenz 9; 1; 1; Differenzdurchschnitt 4.
1000: verschlossen 43; 48; 43; offen 65; 68; 67.
Differenz 22; 20; 24; Differenzdurchschnitt 22.
2000: verschlossen 24; 27; 25; offen 31; 40; 38.
Differenz 7; 13; 13; Differenzdurchschnitt 11.
3200: verschlossen 15; 14; 14; offen 20; 17; 18.
Differenz 5; 3; 4; Differenzdurchschnitt 4.
4000: verschlossen 7; 8; 8; offen 11; 11; 13.
Differenz 4; 3; 5; Differenzdurchschnitt 4.
4800: verschlossen 4; 3; 3; offen 6; 5; 6.
Differenz 2; 2; 2; Differenzdurchschnitt 2.

Hieran möchte ich nun noch einige Bemerkungen über Antiphone schließen, die ich keiner besonderen Prüfung unterzog. Es

handelt sich in erster Linie um die Antiphone, die in ihrer Form sich nicht wesentlich von Hartgummi-Antiphonen unterscheiden, nur aus anderem Stoff hergestellt sind. Es sind da zu nennen solche aus Celluloid, aus Metall und aus Aluminium. Sie haben alle ungefähr die gleiche Größe und unterscheiden sich nur durch das Gewicht voneinander. Den Hartgummi-Antiphonen gleichen sie auch darin, daß sie bei längerem Tragen ebenso, wie diese das Gefühl der Reizung im Ohre wachrufen.

Nicht genauer untersucht habe ich auch die sogenannten Acustica-Antiphone, die Verschlüsse des Ohres aus Watte darstellen. Sie stehen jedenfalls allen hier bereits angeführten Verschlüssen nach, mit Ausnahme des Verschlusses, der durch Tamponade des Gehörganges erreicht wird und dem sie sich, soweit ich festgestellt habe, in ihrer Wirksamkeit anreihen.

Um die Versuche vollständig zu machen, ließ ich endlich noch eine Prüfung der verschiedenen Verschlüsse auf ihre Wirksamkeit gegenüber der Flüstersprache folgen und fand dabei im allgemeinen das bestätigt, was ich bis jetzt ermittelt hatte. Tragus- und Fingerverschluß gaben annähernd die gleichen Resultate, indem die Flüstersprache bei beiden bis zu einer Entfernung von ½ m gehört wurde. Etwas weniger wirksam zeigte sich der Verschluß mit Hartgummi-Antiphonen, bei dem die Flüstersprache bis zu etwa ¾ m richtig verstanden wurde, während der Weichgummiverschluß sogar noch eine Entfernung von 2 m, der Verschluß mit Paraffin-Antiphonen eine solche von 3½ m zuließ.

Etwas aus der Reihe fiel der Verschluß, der durch Tamponade des Gehörganges mit feuchter Gaze hergestellt wurde. Während er nach den Versuchen, die ich mit Stimmgabeln ausgeführt habe, an letzter Stelle stand und am wenigsten geeignet erschien, das Ohr wirksam zu verschließen, zeigte es sich hier, daß dieser Verschluß für Flüstersprache den des Paraphons hinter sich zurückließ und etwa auf gleicher Höhe mit dem Weichgummiverschluß stand, indem Flüstersprache bis zu einer Entfernung von 2 m richtig verstanden wurde.

Ich gehe nun zu der Frage über, wie sich die Verschlüsse gegenüber höchsten Tönen verhalten. Durch den Tragusverschluß wurden zunächst alle höchsten im Laboratorium vorhandenen Zinnpfeifen von c^3 bis ungefähr zum oberen Ende der Tonreihe hindurchgehört. Für die anderen Verschlüsse erschienen diese Versuche nicht notwendig, da ja der Tragusverschluß schon am sichersten wirkt.

Ferner bestimmte ich die obere Hörgrenze für sämtliche Verschlüsse mit Hilfe des *Struyckens*chen Monochords, das dabei dicht an das Ohr gehalten wurde. Ich fand die Grenze für den Tragus- und Fingerverschluß bei c^7, für alle übrigen Verschlüsse bei d^7. Weiter herunter wurden alle Töne des Monochords deutlich gehört. Für das offene Ohr ergab sich auch bei wiederholter Prüfung, daß die obere Hörgrenze dieselbe war, wie bei den weniger wirksamen Verschlüssen, nämlich d^7.

Die Versuche mit dem *Struyckens*chen Monochord ergänzte ich durch einige solche, die mit der Galtonpfeife für sämtliche Verschlüsse und für das offene Ohr ausgeführt wurden. Die Anordnung der Versuche war dabei folgende: In einen Windkessel von 90 l Rauminhalt wurde mit einer elektrisch betriebenen Pumpe Luft hineingepumpt, bis in dem Kessel ein Druck von 1½ Atmosphären herrschte. Von dem Kessel führte ein Schlauch zu einem Regulierhahn und von ihm aus weiter, sich in zwei Arme teilend, zu der festgeklemmten Galtonpfeife und zu einem Manometer, das den Druck in Centimetern Wasser anzeigte. Diesen Druck konnte man vermittelst des Regulierhahnes genau und fein abstufen und in dem nötigen Maße konstant erhalten[2]).

Bei einer Maulweite der Pfeife von 0,85 und einem Druck von 30 cm, wie er nach den Untersuchungen von *Hegener*[3]) zur Erzielung reiner Galtontöne in der Gegend der oberen Hörgrenze nötig ist, wurde für beiderseits mit Tragusverschluß verschlossene Ohren die obere Tongrenze für mich bei 3,25, für Prof. *Schaefer* bei 4,5 festgestellt, bei offenem Ohr für mich bei 2,7, für Prof. *Schaefer* bei 3,3.

Für die anderen Verschlüsse ergaben sich nicht wesentlich abweichende Resultate. Ich erhielt bei dem Fingerverschluß die Grenze bei 3,2, bei den Verschlüssen durch Hartgummi-Antiphone bei 3,3, durch Weichgummi-Antiphone bei 3,2 und weiter für das Paraphon bei 3,2 und für den Gazeverschluß wieder bei 3,3.

Auffallend ist dabei, daß der Hartgummiverschluß und sogar auch der Verschluß durch Tamponade mit feuchter Gaze diesen hohen Tönen gegenüber besonders wirksam zu sein scheint.

Bei Verschluß des Ohres fällt das Blasegeräusch fort, was zur

---

[2]) Das Instrumentarium ist eine von Herrn Prof. *Karl L. Schaefer* eingeführte, zur Erzeugung von Galtonpfeifentönen mit konstanter Höhe und Stärke sehr zweckmäßige Modifikation des Liliput-Star-Compressors von A. Serényi, Berlin C, Kaiser-Wilhelm-Straße 45.

[3]) *Passow* und *Schaefer*, Beiträge zur Anatomie etc. des Ohres u. s. w. Band I, S. 321 ff.

Folge hat, daß die Töne besonders klar und rein gehört werden, und zwar durch das ganze Zimmer hindurch.

Fassen wir nun zum Schluß noch einmal die gesamten Ergebnisse übersichtlich zusammen, so erhalten wir folgende Tabelle:

Tonhöhe	Tragusverschluß			Fingerverschluß			Hartgummiverschluß		
	verschl.	off.	Diff.	verschl.	off.	Diff.	verschl.	off.	Diff.
G	16	48	32	15	49	34	31	50	19
c^0	17	46	29	26	53	27	31	50	19
g^0	45	90	45	57	92	35	66	97	31
c^1	36	59	23	37	54	17	29	50	21
g^1	40	59	19	43	64	21	45	66	21
c^2	30	58	28	31	53	22	35	52	17
g^2	20	34	14	18	29	11	21	34	13
1000	35	69	34	29	68	39	35	64	29
2000	12	32	20	16	31	15	14	30	16
3200	11	20	9	11	17	6	10	19	9
4000	5½	10½	5	6	11	5	6	11	5
4800	4	6	2	3,5	6,5	3	3	5	2
Obere Hörgrenze	Monocord c^7 Galtonpfeife 3,25			c^7 3,2			d^7 3,3		
Flüstersprache	½ m			½ m			¾ m		

Es ergibt sich aus dieser Tabelle unter Berücksichtigung alles dessen, was in der Einleitung zu dieser Arbeit gesagt wurde, daß der Tragusverschluß der am sichersten wirkende ist, wenn ihm auch der Fingerverschluß nicht viel nachsteht. Es würde sich also demgemäß für den Ohrenarzt empfehlen, bei Hörprüfungen den Patienten durch Andrücken des Tragus sein Ohr verschließen zu lassen.

Was die Antiphone anlangt, so haben wir als das am besten wirkende das Hartgummi-Antiphon erkannt, das aber wiederum dadurch hinter anderen zurücksteht, daß es sich nicht so bequem tragen läßt. Für die Praxis dürfte in dieser Beziehung das Paraffin-Antiphon am besten sein.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Geheimrat Prof. *Passow* und Herrn Prof. *Karl L. Schaefer* für die Anregung zu dieser Arbeit und Unterstützung bei derselben meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Weichgummiverschluß			Paraffinverschluß			Gazeverschluß		
verschl.	off.	Diff.	verschl.	off.	Diff.	verschl.	off.	Diff.
38	50	12	34	44	10	46	50	4
32	44	12	37	45	8	45	48	3
74	87	13	84	100	16	88	92	4
38	49	11	37	51	14	42	51	9
45	58	13	46	61	15	48	61	13
38	50	12	36	47	11	41	50	9
29	38	9	22	30	8	28	32	4
50	41	21	42	67	25	45	67	22
24	40	16	17	38	21	25	36	11
15	22	7	11	21	10	14	18	4
8	14	6	7	13	6	8	12	4
3	6	3	3	6	3	4	6	2
	d^7 3,2			d^7 3,2			d^7 3,3	
	2 m			$3\frac{1}{2}$ m			2 m	

Lebenslauf.

Verfasser dieser Arbeit, Kurt Spangenberg, Sohn des ~~weil.~~ Königlichen Oberverwaltungsgerichtsrates Hans Spangenberg, wurde am 24. September 1886 zu Rodenberg, Provinz Hessen-Nassau, geboren. Seine wissenschaftliche Ausbildung erhielt er auf dem Städtischen Gymnasium zu Düsseldorf, seit 1896 auf dem Königlichen Kaiserin-Augusta-Gymnasium zu Charlottenburg, das er Ostern 1905 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Von Ostern 1905 bis Ostern 1910 war er bei der Kaiser-Wilhelms-Akademie für das Militärärztliche Bildungswesen immatrikuliert. Seiner Dienstpflicht mit der Waffe genügte er vom 1. April 1905 bis zum 30. September 1905 bei der 3. Kompagnie des Kaiser Alexander-Garde-Grenadier-Regiments No. 1. Im November 1907 bestand er die ärztliche Vorprüfung. Am 15. Februar 1910 wurde er zum Unterarzt beim 9. Badischen Infanterieregiment No. 170 ernannt und gleichzeitig zum königlichen Charitékrankenhause in Berlin kommandiert.

Während seiner Studienzeit besuchte Verfasser die Vorlesungen, Kliniken und Kurse folgender Herren Professoren:

Benda, *Beitzke*, *v. Bergmann*, *Bier*, *Brieger*, *Bumm*, *Claisen*, *Drude*, *Engelmann*, *Engler*, *Ewald*, *Fischer*, *B. Fränkel*, *Flügge*, *Frey*, *Gabriel*, *Goldscheider*, *Hertwig*, *Heubner*, *Hildebrand*, *Hiller*, *His*, *R. Köhler*, *Kraus*, *Kroemer*, *Langgaard*, *Lesser*, *v. Leyden*, *v. Michel*, *v. Olshausen*, *Orth*, *Pagel*, *Passow*, *Posner*, *Rubner*, *F. E. Schulze*, *Sonnenburg*, *Straßmann*, *Thierfelder*, *H. Virchow*, *Waldeyer*, *Williger*, *Ziehen*.

Während seines Kommandos zum Charitékrankenhause war er auf den Kliniken der folgenden Herren Professoren tätig:

Geh. Medizinalrat *Lesser* (3 Monate), Geh. Medizinalrat *Passow* (2 Monate), Geh. Medizinalrat *Kraus* (3 Monate), Geh. Medizinalrat *Hildebrand* (2 Monate), Geh. Medizinalrat *Ziehen* (2 Monate).

Im Juli 1911 bestand Verfasser die ärztliche Prüfung. Im gleichen Monat begab er sich zum 9. Badischen Infanterieregiment No. 170 nach Offenburg. Von dort wurde er im Oktober 1911 unter Ernennung zum Assistenzarzt nach Konstanz versetzt, das bis jetzt seine Garnison geblieben ist.